

2009

Dwi Prasetya

Teknik Informatika 2006 Fakultas Ilmu Komputer
Universitas Sriwijaya



SERAT OPTIK

← Sebagai salah satu solusi pembangunan jaringan →

Pengenalan Serat Optik

Sebagai Salah Satu Solusi Pembangunan Jaringan Kabel

PENDAHULUAN

Pada era informasi dan komunikasi saat ini. Infrastruktur jelas bertumpu pada pembangunan jaringan untuk mempercepat aliran informasi dan mempermudah untuk bertukar informasi di antara perorangan, badan, organisasi, kelompok, perusahaan, bahkan pemerintahan. Untuk menjawab kebutuhan tersebut, selama berpuluh-puluh tahun telah dikembangkan berbagai device jaringan dan media transmisi. Aliran informasi yang ada di dunia meningkat tiap detiknya, berjuta-juta website tercipta tiap jam-nya, sehingga apabila hal ini tidak diimbangi dengan media transmisi yang memadai, maka akan terjadi apa yang disebut dengan *bottle neck* dan hal ini sangat merugikan beberapa, bahkan banyak pihak.

Berbicara tentang media transmisi, banyak media-media transmisi yang dapat digunakan dalam membangun jaringan, secara umum terdapat 2 jenis, yaitu dengan guided dan unguided. Di dalam guided itu sendiri terdapat banyak jenis dan masing-masing jenis terdapat kelebihan dan kekurangan tersendiri. Lalu pertanyaannya, untuk menampung aliran data berjuta-juta tiap detiknya, dengan jarak yang jauh, adakah solusi pembangunan jaringan dengan guided yang tangguh? Jawabnya 'ada'. Oleh karena itu, dalam rangka pengenalan serat optik ini, diharapkan pembaca dapat mengetahui apa itu serat optik.

Pada tulisan ini, akan diberikan paparan tentang apa itu serat optik, arsitektur serat optik, cara kerja serat optik, dan kelebihan penggunaan serat optik sehingga dapat menjadi sebuah solusi yang baik dalam pembangunan jaringan. Tulisan ini dibuat dengan menggunakan studi literatur dari buku-buku dan jurnal ilmiah.

DASAR TEORI

Untuk mengalirkan data di dalam jaringan, dibutuhkan media transmisi data. Media transmisi juga dikenal dengan sebutan media komunikasi, adalah media yang digunakan sebagai penghubung antara pengirim dan penerima, untuk melintaskan isyarat, dan isyarat inilah yang akan dimanipulasi dengan berbagai macam cara dan akan diubah kembali menjadi data. Media transmisi adalah hal penting di dalam membangun jaringan karena hal inilah

yang menjadi acuan apakah jaringan yang dibangun baik atau tidak, sudah memenuhi standar atau tidak.

Media ini di kelompokkan menjadi dua yaitu :

- Media berkabel (*bounded media/gueded media/hard media*)
- Media tak berkabel (*wireless media/unbounded media/unguided media/soft media*)

A. Media Berkabel

Dalam media berkabel, media itu sendiri adalah hal yang terpenting. Media berkabel adalah media transmini yang menghubungkan penerima dan pengirim yang secara fisik dengan menggunakan kabel sebagai penghubung, yang termasuk transmisi ini adalah :

1. Kabel Pasangan Terpilin (*twisted pair cable*)

Kabel pasangan terpilin biasa disebut kabel telepon, karena biasa dipakai untuk saluran pesawat telepon. Setiap dua kabel (disebut sepasang) saling dipilin dengan tujuan untuk mengurangi interferensi elektromagnetik terhadap kabel lain atau terhadap sumber eksternal. Kabel ini terdiri dari atas 2 atau 4 pasang kabel yang diselubungi penyekat (isolator)

Macam kabel pasangan terpilin :

- UTP (unshielded twisted pair)
- STP (shielded twisted pair)

2. Kabel Koaksial (*coaxial cable atau coax*)

Kabel koaksial mengandung penghantar yang terbuat dari tembaga pada bagian inti. Penghantar ini diselubungi dengan penyekat (isolator) serta diselubungi dengan ayaman kawat, selanjutnya ayaman kawat dibungkus dengan penyekat. Kabel koaksial biasa digunakan untuk koneksi jaringan lokal, koneksi TV kabel atau antenna TV. Kecepatan data berkisar 100 Mbps sampai 2,4 Gbps.

Jenis-jenis kabel koaksial adalah :

- RG-8, digunakan untuk thick Ethernet
- RG-9, digunakan untuk thick Ethernet
- RG-11, digunakan untuk thick Ethernet

- RG-58, digunakan untuk thin Ethernet
- RG-59, digunakan untuk televisi

3. Kabel Serat Optik

Kabel serat optik ini berbeda dengan yang lain, karena kabel serat optik membawa isyarat data dalam bentuk berkas cahaya, kabel ini biasa digunakan pada LAN berkecepatan gigabite per detik. Perlu diketahui cahaya mempunyai kecepatan 300.000 km/detik dalam ruang hampa. Kecepatan cahaya dalam media transmisi tergantung pada kepadatan media, semakin padat maka semakin lambat.

B. Media Tak Berkabel

Jaringan tanpa kabel merupakan suatu solusi terhadap komunikasi yang tidak bisa dilakukan dengan jaringan yang menghubungkan kabel, misalnya orang yang ingin mendapatkan informasi yang sedang berada diatas mobil atau pesawat, maka jaringan tanpa kabel diperlukan karena koneksi kabel tidaklah mungkin digunakan. Saat ini jaringan tanpa kabel sudah mulai marak digunakan dengan memanfaatkan jasa satelit dan mampu memberikan kecepatan akses yang lebih cepat dibandingkan dengan jaringan menggunakan kabel

Media tak berkabel adalah media transmisi yang tidak menggunakan kabel, yang termasuk dalam media ini adalah :

1. Mikrogelombang (*microwave*)

Mikrogelombang merupakan bentuk radio yang menggunakan frekuensi tinggi (dalam satuan gigahertz), yang meliputi kawasan UHF, SHF dan EHF. Mikrogelombang biasa disebut transmisi garis-pandang disebabkan antara pengirim dan penerima harus dalam keadaan garis-pandang. Sifat ini didasarkan karakteristik frekuensi yang digunakan, dengan gelombang frekuensi diatas 100 MHz akan menjalar dengan arah lurus. Jarak transmisi biasanya terbatas pada 20-30 Km, karena faktor kelengkungan bumi. Jika ingin lebih dari jarak tersebut maka perlu adanya penambahan repeater.

Mikrogelombang banyak dipakai pada system jaringan MAN, warnet dan penyedia layanan internet (ISP)

Kelemahan Mikrogelombang yakni, rentan terhadap cuaca, hujan dan terpengaruh terhadap pesawat terbang yang melintas diatasnya.

2. Satelit

Satelit sebenarnya juga menggunakan Mikrogelombang hanya saja satelit digunakan sebagai stasiun relay yang berada di angkasa, dengan ketinggian kira-kira 480 – 22.000 mil di atas permukaan bumi.

3. Gelombang Radio

Transmisi dengan menggunakan gelombang radio dapat digunakan untuk mengirimkan suara ataupun data, kelebihan transmisi ini adalah mengirimkan isyarat dapat dilakukan dengan sembarang posisi (tidak harus lurus pandang) dan bisa dimungkinkan dalam keadaan bergerak. Frekuensi yang digunakan antara 3 KHz sampai 300 GHz., salah satu contoh yang menggunakan gelombang radio seperti Pager, Telepon Seluler, Bluetooth, WiFi, HomeRF.

Bluetooth yang dirancang untuk menggantikan kabel yang menghubungkan PC ke printer dan PDA atau telepon tanpa kabel.

WiFi dirancang agar mesin-mesin dalam kantor berkomunikasi dengan kecepatan tinggi dan berbagi hubungan internet dengan jarak sampai 300 kaki, standar ini dikenal dengan sebutan IEEE 802.1b.

HomeRF merupakan teknologi yang dirancang untuk menghubungkan PC-PC dalam rumah dengan jarak sampai 150 kaki.

4. Infra Merah

Infra merah biasa digunakan untuk komunikasi jarak dekat, dengan kecepatan 4 Mbps, dalam penggunaannya untuk pengendalian jarak jauh misalnya (*remote control*) pada televisi serta alat elektronik lain. Kini infra merah digunakan sebagai media transmisi pada LAN, juga menghubungkan mouse pada komputer.

Keuntungannya :

- Kebal terhadap interferensi radio dan elektromagnetik
- Inframerah mudah dibuat dan murah
- Instalasi mudah
- Mudah dipindah-pindah
- Keamanan inframerah lebih tinggi dari pada gelombang radio

Kelemahannya :

- Jarak terbatas
- Infra merah tak dapat menembus dinding
- Harus ada lintasan lurus dari pengirim dan penerima
- Tidak dapat digunakan di luar ruangan, karena akan terganggu oleh cahaya matahari

PEMBAHASAN

Serat optik adalah saluran transmisi yang terbuat dari kaca atau plastik yang digunakan untuk mentransmisikan sinyal cahaya dari suatu tempat ke tempat lain. Cahaya yang ada di dalam serat optik sulit keluar karena indeks bias dari kaca lebih besar daripada indeks bias dari udara. Sumber cahaya yang digunakan adalah laser karena laser mempunyai spektrum yang sangat sempit. Kecepatan transmisi serat optik sangat tinggi sehingga sangat bagus digunakan sebagai saluran komunikasi. Serat optik umumnya digunakan dalam sistem telekomunikasi serta dalam pencahayaan, sensor, dan optik pencitraan. Efisiensi dari serat optik ditentukan oleh kemurnian dari bahan penyusun gelas. Semakin murni bahan gelas, semakin sedikit cahaya yang diserap oleh serat optik.

1. Sejarah Perkembangan Serat Optik

Pada tahun 1880 Alexander Graham Bell menciptakan sebuah sistem komunikasi cahaya yang disebut photo-phone dengan menggunakan cahaya matahari yang dipantulkan dari sebuah cermin suara-termodulasi tipis untuk membawa percakapan, pada penerima cahaya matahari termodulasi mengenai sebuah foto-konduktif sel-selenium, yang merubahnya menjadi arus listrik, sebuah penerima telepon melengkapi sistem. Photo-phone tidak pernah mencapai sukses komersial, walaupun sistem tersebut bekerja cukup baik.

Penerobosan besar yang membawa pada teknologi komunikasi serat optik dengan kapasitas tinggi adalah penemuan Laser pada tahun 1960, namun pada tahun tersebut kunci utama di dalam sistem serat praktis belum ditemukan yaitu serat yang efisien. Baru pada tahun 1970 serat dengan loss yang rendah dikembangkan dan komunikasi serat optik menjadi praktis (Serat optik yang digunakan berbentuk silinder seperti kawat pada umumnya, terdiri dari inti serat (core) yang dibungkus oleh kulit (cladding) dan

keduanya dilindungi oleh jaket pelindung (buffer coating)). Ini terjadi hanya 100 tahun setelah John Tyndall, seorang fisikawan Inggris, mendemonstrasikan kepada Royal Society bahwa cahaya dapat dipandu sepanjang kurva aliran air. Dipandunya cahaya oleh sebuah serat optik dan oleh aliran air adalah peristiwa dari fenomena yang sama yaitu total internal reflection.

Teknologi serat optik selalu berhadapan dengan masalah bagaimana caranya agar lebih banyak informasi yang dapat dibawa, lebih cepat dan lebih jauh penyampaiannya dengan tingkat kesalahan yang sekecil-kecilnya. Informasi yang dibawa berupa sinyal digital, digunakan besaran kapasitas transmisi diukur dalam 1 Gb.km/s yang artinya 1 milyar bit dapat disampaikan tiap detik melalui jarak 1 km. Berikut adalah beberapa tahap sejarah perkembangan teknologi serat optik :

1. Generasi Petama (mulai tahun 1970)

Sistem masih sederhana dan menjadi dasar bagi sistem generasi berikutnya terdiri dari :

- Encoding : Mengubah input (misal suara) menjadi sinyal listrik.
- Transmitter : Mengubah sinyal listrik menjadi gelombang cahaya
- termodulasi, berupa LED dengan panjang gelombang 0,87 μ m.
- Serat Silika : Sebagai pengantar gelombang cahaya.
- Repeater : Sebagai penguat gelombang cahaya yang melemah di jalan
- Receiver : Mengubah gelombang cahaya termodulasi menjadi sinyal listrik, berupa foto-detektor
- Decoding : Mengubah sinyal listrik menjadi output (misal: suara)
- Repeater bekerja dengan merubah gelombang cahaya menjadi sinyal listrik kemudian diperkuat secara elektronik dan diubah kembali menjadi gelombang cahaya.
- Pada tahun 1978 dapat mencapai kapasitas transmisi 10 Gb.km/s.

2. Generasi Ke- Dua (mulai tahun 1981)

- Untuk mengurangi efek dispersi, ukuran inti serat diperkecil.
- Indeks bias kulit dibuat sedekat-dekatnya dengan indeks bias inti.
- Menggunakan diode laser, panjang gelombang yang dipancarkan 1,3 μ m.
- Kapasitas transmisi menjadi 100 Gb.km/s.

3. Generasi Ke- Tiga (mulai tahun 1982)

- Penyempurnaan pembuatan serat silika.

- Pembuatan chip diode laser berpanjang gelombang 1,55 μm .
- Kemurniaan bahan silika ditingkatkan sehingga transparansinya dapat dibuat untuk panjang gelombang sekitar 1,2 μm sampai 1,6 μm
- Kapasitas transmisi menjadi beberapa ratus Gb.km/s.

4. Generasi Ke- Empat (mulai tahun 1984)

- Dimulainya riset dan pengembangan sistem koheren, modulasinya bukan modulasi intensitas melainkan modulasi frekuensi, sehingga sinyal yang sudah lemah intensitasnya masih dapat dideteksi, maka jarak yang dapat ditempuh, juga kapasitas transmisinya, ikut membesar.
- Pada tahun 1984 kapasitasnya sudah dapat menyamai kapasitas sistem deteksi langsung (modulasi intensitas).
- Terhambat perkembangannya karena teknologi piranti sumber dan deteksi modulasi frekuensi masih jauh tertinggal.

5. Generasi Ke- Lima (mulai tahun 1989)

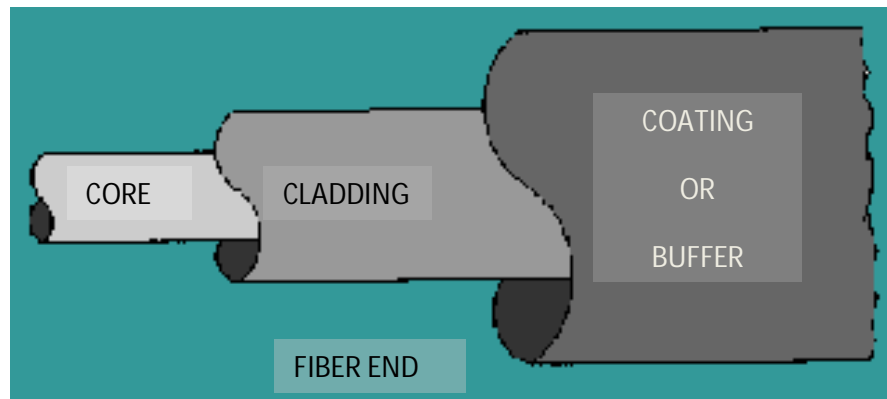
- Dikembangkan suatu penguat optik yang menggantikan fungsi repeater pada generasi-generasi sebelumnya.
- Pada awal pengembangannya kapasitas transmisi hanya dicapai 400 Gb.km/s tetapi setahun kemudian kapasitas transmisinya sudah menembus 50.000 Gb.km/s

6. Generasi Ke- Enam .

- Pada tahun 1988 Linn F. Mollenauer mempelopori sistem komunikasi optik soliton. Soliton adalah pulsa gelombang yang terdiri dari banyak komponen panjang gelombang yang berbeda hanya sedikit dan juga bervariasi dalam intensitasnya.
- Panjang soliton hanya 10-12 detik dan dapat dibagi menjadi beberapa komponen yang saling berdekatan, sehingga sinyal-sinyal yang berupa soliton merupakan informasi yang terdiri dari beberapa saluran sekaligus (wavelength division multiplexing).
- Eksprimen menunjukkan bahwa soliton minimal dapat membawa 5 saluran yang masing-masing membawa informasi dengan laju 5 Gb/s. Kapasitas transmisi yang telah diuji mencapai 35.000 Gb.km/s.
- Cara kerja sistem soliton ini adalah efek Kerr, yaitu sinar-sinar yang panjang gelombangnya sama akan merambat dengan laju yang berbeda di dalam suatu

bahan jika intensitasnya melebihi suatu harga batas. Efek ini kemudian digunakan untuk menetralkan efek dispersi, sehingga soliton tidak melebar pada waktu sampai di receiver. Hal ini sangat menguntungkan karena tingkat kesalahan yang ditimbulkannya amat kecil bahkan dapat diabaikan.

2. Struktur Dasar Sebuah Serat Optik



Gambar 1. Serat optik

Struktur dasar dari sebuah serat optik yang terdiri dari 3 bagian : core (inti) , cladding (kulit), dan coating (mantel) atau buffer (pelindung). Inti adalah sebuah batang silinder terbuat dari bahan dielektrik (bahan silika (SiO_2), biasanya diberi doping dengan germanium oksida (GeO_2) atau fosfor penta oksida (P_2O_5) untuk menaikkan indeks biasnya) yang tidak menghantarkan listrik, inti ini memiliki jari-jari a , besarnya sekitar 8 – 200 μm dan indeks bias n_1 , besarnya sekitar 1,5. Inti di selubungi oleh lapisan material, disebut kulit, yang terbuat dari bahan dielektrik (silika tanpa atau sedikit doping), kulit memiliki jari-jari sekitar 125 – 400 μm indeks bias-nya n_2 , besarnya sedikit lebih rendah dari n_1 .

Walaupun cahaya merambat sepanjang inti serat tanpa lapisan material kulit, namun kulit memiliki beberapa fungsi :

- Mengurangi loss hamburan pada permukaan inti.
- Melindungi serat dari kontaminasi penyerapan permukaan.
- Mengurangi cahaya yang loss dari inti ke udara sekitar.
- Menambah kekuatan mekanis.

3. Persyaratan Bahan Baku

Serat Optik

- *Serat Optik* : Serat optik harus terbuat dari silika berkualitas tinggi sebagai bahan bakunya sehingga kabel serat optik yang dihasilkan memenuhi persyaratan yang telah ditentukan.
- *Zat Pewarna* : Zat pewarna yang digunakan untuk memberi warna serat optik harus merupakan oligomer tak jenuh, photoinisiator dan crosslinkers yang apabila dilewatkan pada sumber lampu UV maka tinta segera mengering secara sempurna, tahan terhadap pelarut methyl ethyl keton.
- *Selongsong (Tube)* : Serat optik harus ditempatkan dalam selongsong yang terbuat dari bahan polybuthelenetherephthalate (PBTP) yang memenuhi ketentuan sebagai berikut :

NO	SIFAT BAHAN	NILAI	SATUAN
1.	Massa jenis	> 0,927	gr / cm ³
2.	Kuat tarik	> 1.450	N / cm ²
3.	Batas pemuluran	> 300	%
4.	Kuat dielektrik	> 2,2 x 10 ⁷	V / m
5.	Konstanta dielektrikum	< 2,82	-
6.	Kadar jelaga	2,5 ± 0,5	%

Tabel 1. Sifat Bahan Selubung

- *Kompon jelly* : Untuk bahan pengisi selongsong harus menggunakan jelly dari jenis thixotropic jeli. Bahan yang diisikan dalam kabel diluar selongsong adalah tropical, non-dripping jelly.
- *Filler rod* : Filler rod harus terbuat dari bahan plastik yang memiliki sifat kelistrikan dan sifat thermal yang sesuai dengan bahan selongsong *Pita pengikat pilinan* Pita pengikat pilinan terbuat dari bahan polypropylene atau bahan plastik yang sejenis.
- *Strength member* : Strength member terbuat dari bahan carbon berkualitas tinggi yang dipilin kawat baja atau dari baja padat yang digalvanisir dilapisi dengan Medium Density Polyethylene .
- *Water Blocking* : Pita penahan air harus terbuat dari campuran bahan serat polyester bertipe non konduktif.
- *Peripheral Strain Element* : Elemen pelindung mekanik non metal dapat ditambahkan pada ruang kosong diantara selongsong dan harus terbuat dari benang polyamid seperti Kevlar 49 atau Twaron 1055.
- *Selubung Luar* : Selubung luar terbuat dari bahan High Density Polyethylene

Jumlah selongsong	Jumlah serat optik tiap selongsong	Diameter luar/dalam max (mm)	Diameter kabel maksimum (mm)	Jumlah serat optik
6	2	2,2 / 1,4	13	4 – 12
6	4	2,2 / 1,4	13	4 – 12
6	6	2,5 / 1,5	13,5	6 – 36
6	12	3,5 / 2,5	16	12 – 72
8	4	2,2 / 1,4	15	24
8	6	2,5 / 1,5	16	24 – 48
8	12	3,5 / 2,5	17,5	24 – 96

Tabel 2. Jumlah serat pada tiap Selongsong

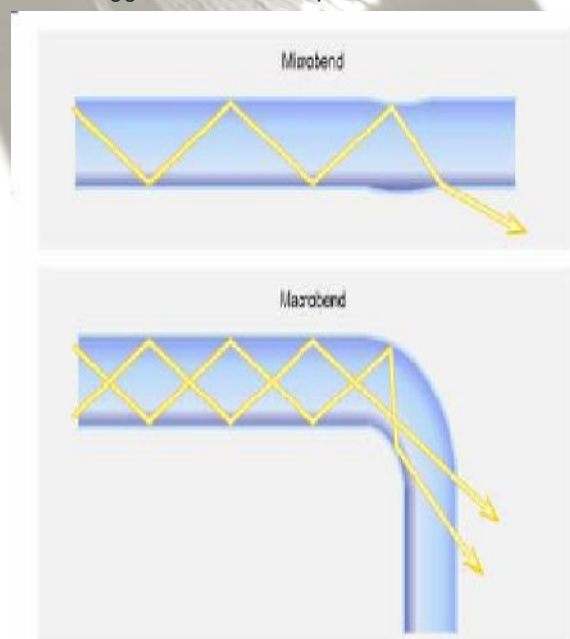
4. Karakteristik Mekanis:

1. Fiber Bending (tekukan Serat)

Tekukan serat yang berlebihan (terlalu kecil) dapat mengakibatkan bertambahnya optikal loss.

2. Cable Bending (tekukan Kabel)

Tekukan kabel pada saat instalasi harus dijaga agar tidak terlalu kecil, karena hal ini dapat merusak serat sehingga menambah optikal loss.



Gambar 2. Bending

3. Tensile Strength

Tensile strength yang berlebihan dapat merusak kabel atau serat.

4. Crush

Crush atau tekanan yang berlebihan dapat mengakibatkan serat retak/ patah, sehingga dapat menaikkan optikal loss.

5. Impact

Impact adalah beban dengan berat tertentu yang dijatuhkan dan mengenai kabel optik. Berat beban yang berlebihan dapat mengakibatkan serat retak/ patah, sehingga dapat menaikkan optikal loss.

6. Cable Torsion

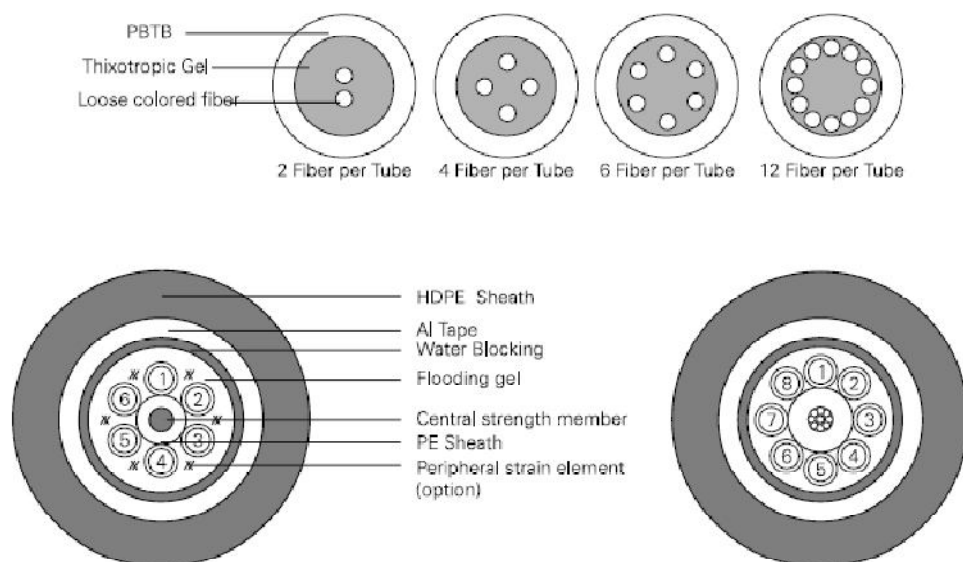
Torsi yang diberikan kepada kabel dapat merusak selubung kabel dan serat.

5. Jenis Serat Optik

Ada dua jenis kabel serat optik, yaitu :

1. PIPA LONGGAR (Loose Tube)

Serat optik ditempatkan di dalam pipa longgar(loose tube) yang terbuat dari bahan PBTP (Polybutylene Terephthalate) dan berisi jelly. Saat ini sebuah kabel optik maksimum mempunyai kapasitas 8 loose tube, dimana setiap loose tube berisi 12 serat optik.



Gambar 3. Penampang kabel loose tube

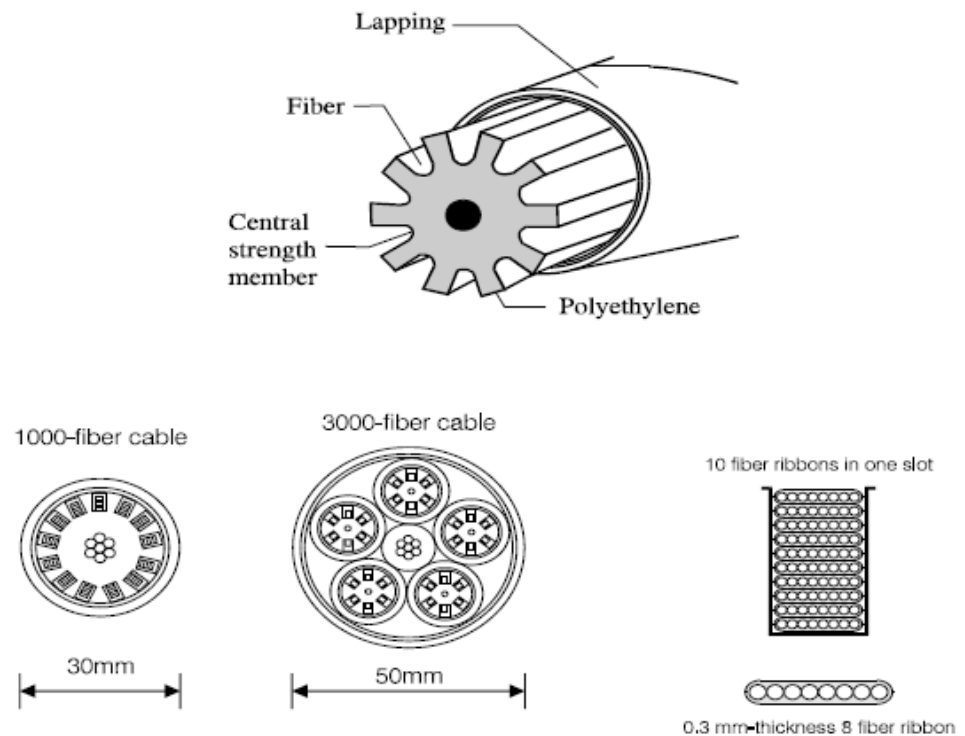
Fungsi dan bagian-bagian kabel optik jenis loose tube :

- a. Loose tube, berbentuk tabung longgar yang terbuat dari bahan PBTP (Polybutyleneterephthalete) yang berisi thixotropicgel dan serat optik ditempatkan di dalamnya.
- b. Konstruksi loose tube yang berbentuk longgar tersebut mempunyai tujuan agar serat optik dapat bebas bergerak, tidak langsung mengalami tekanan atau gesekan yang dapat merusak serat pada saat instalasi kabel optik.
- c. Thixotropicgel adalah bahan semacam jelly yang berfungsi melindungi serat dari pengaruh mekanis dan juga untuk menahan air.
- d. Sebuah loose tube dapat berisi 2 sampai dengan 12 serat optik. Sebuah kabel optik dapat berisi 6 sampai dengan 8 loose tube.
- e. HDPE Sheath atau High Density Polyethylene Sheath yaitu bahan sejenis polyethylene keras yang digunakan sebagai kulit kabel optik berfungsi sebagai bantalan untuk melindungi serat optik dari pengaruh mekanis pada saat instalasi.
- f. Alumunium tape atau lapisan alumunium ditempatkan di antara kulit kabel dan water blocking berfungsi sebagai konduktivitas elektris dan melindungi kabel dari pengaruh mekanis.
- g. Flooding gel adalah bahan campuran petroleum, synthetic dan silicon yang mempunyai sifat anti air. Flooding gel merupakan bahan pengisi yang digunakan pada kabel optik agar kabel menjadi padat.
- h. PE Sheath adalah bahan polyethylene yang menutupi bagian central strength member.
- i. Central strength member adalah bagian penguat yang terletak ditengah-tengah kabel optik. Central Strength Member dapat merupakan: pilinan kawat baja, atau Solid Steel Core atau Glass Reinforced Plastic. Central Strength member mempunyai kekuatan mekanis yang tinggi yang diperlukan pada saat instalasi.
- j. Peripheral Strain Elements terbuat dari bahan polyramid yang merupakan elemen pelengkap optik yang diperlukan untuk menambah kekuatan kabel optik. Polyramid mempunyai kekuatan tarik tinggi.

2. ALUR (Slot)

Serat Optik

Serat optik ditempatkan pada alur(slot) di dalam silinder yang terbuat dari bahan PE (Polyethylene). Pada saat di Jepang telah dibuat kabel jenis slot dengan kapasitas 1.000 serat dan 3.000 serat.



Gambar 4. Penampang Kabel optik jenis Slot

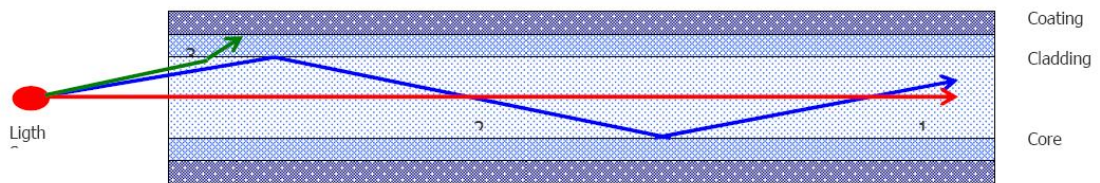
Fungsi dan bagian-bagian kabel optik jenis slot:

- Kulit kabel, terbuat dari bahan sejenis polyethylene keras, berfungsi sebagai bantalan untuk melindungi serat optik dari pengaruh mekanis saat instalasi.
- Aluran(slot) terbuat dari bahan polyethylene berfungsi untuk menempatkan sejumlah serat. Untuk kabel optik jenis slot dengan kapasitas 1000 serat, diperlukan 13 aluran(slot) dan 1 slot berisi 10 fiber ribbons. 1 fiber ribbon berisi 8 serat.
- Central strength member adalah bagian penguat yang terletak ditengah-tengah kabel optik. Central strength member terbuat dari pilinan kawat baja yang mempunyai kekuatan mekanis yang tinggi yang diperlukan pada saat instalasi.

6. Cara Kerja dari Serat Optik

Serat optik mengirimkan data dengan media cahaya yang merambat melalui serat-serat kaca.

- Prinsip Perambatan Cahaya Dalam Serat optik



Gambar 5. Lintasan cahaya dalam serat

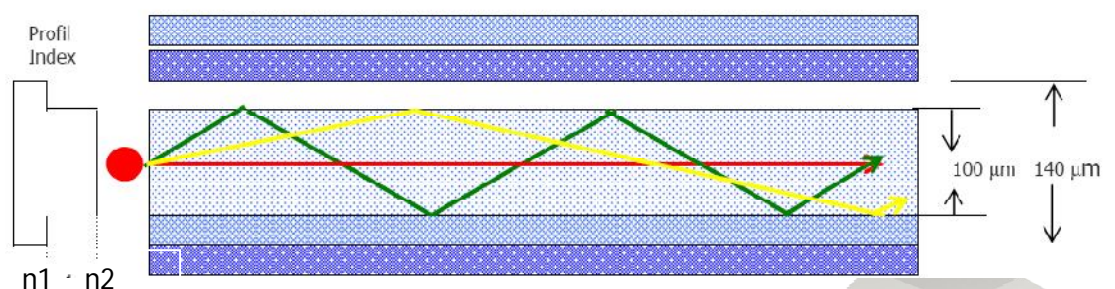
Lintasan cahaya yang merambat di dalam serat :

- Sinar merambat lurus sepanjang sumbu serat tanpa mengalami gangguan.
- Sinar mengalami refleksi, karena memiliki sudut datang yang lebih besar dari sudut kritis dan akan merambat sepanjang serat melalui pantulan-pantulan.
- Sinar akan mengalami refraksi dan tidak akan dirambatkan sepanjang serat karena memiliki sudut datang yang lebih kecil dari sudut kritis.

Mode Perambatan Cahaya :

- Cahaya dapat merambat dalam serat optik melalui sejumlah lintasan yang berbeda.
 - Lintasan cahaya yang berbeda-beda ini disebut Mode dari suatu serat optik.
 - Ukuran diameter core, besarnya sudut datang dan indeks bias menentukan jumlah mode yang ada dalam suatu serat optik.
 - Serat optik yang memiliki lebih dari satu mode disebut serat optik multimode.
 - Serat optik yang hanya memiliki satu mode saja disebut Serat Optik Single Mode, serat optik single mode memiliki ukuran core yang lebih kecil.
- Jenis Serat Optik berdasarkan rambatan cahaya :

1. Multimode Step Index



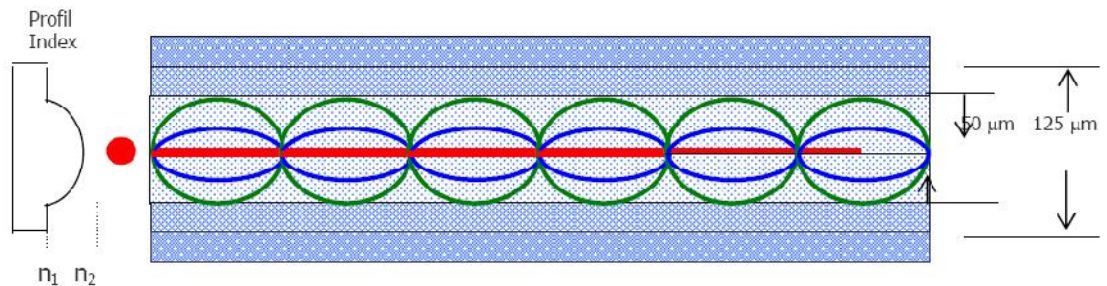
Gambar 6. Serat Optik Step Index Multimode

- Indeks bias core konstan.
- Ukuran core antara 50 – 125 mm dan dilapisi cladding yang tipis.

Serat Optik

- Penyambungan kabel lebih mudah karena memiliki core yang besar.
- Banyak terjadi dispersi.
- Lebar pita frekuensi terbatas/sempit.
- Hanya digunakan untuk jarak pendek dan transmisi data bit rate rendah.
- Harga relatif murah.

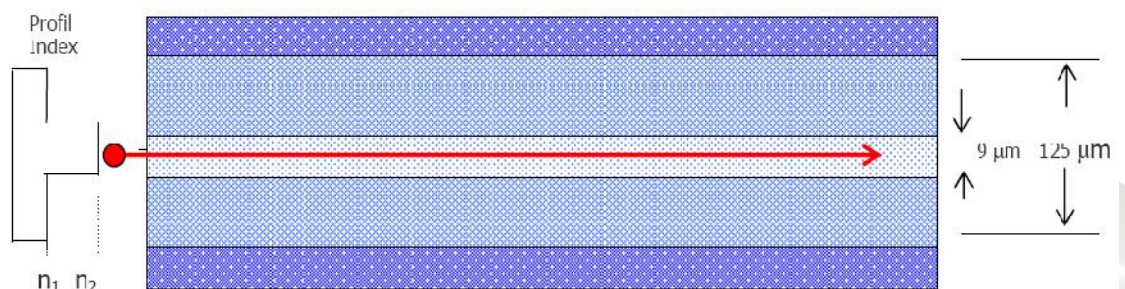
2. Multimode Graded Index



Gambar 7. Serat Optik Grade Index Multimode

- Core terdiri dari sejumlah lapisan gelas yang memiliki indeks bias yang berbeda, indeks bias tertinggi terdapat pada pusat core dan berangsur-angsur turun sampai ke batas core cladding.
- Ukuran diameter core antara 30 – 60 mm.
- Cahaya merambat karena difraksi yang terjadi pada core sehingga rambatan cahaya sejajar dengan sumbu serat.
- Dispersi lebih kecil dibanding dengan Multimode Step Index.
- Digunakan untuk jarak menengah dan lebar pita frekuensi besar.
- Harga relatif mahal dari SI, karena faktor pembuatannya lebih sulit.

3. Singlemode Step Index



Gambar 8. Serat Optik Step Index Singlemode

- Serat optik singlemode memiliki diameter core antara 2 – 10 mm dan sangat kecil dibandingkan dengan ukuran claddingnya.
- Cahaya hanya merambat dalam satu mode saja yaitu sejajar dengan sumbu serat optik.
- Memiliki redaman yang sangat kecil.
- Memiliki lebar pita frekuensi yang sangat lebar.
- Digunakan untuk jarak jauh dan mampu menyalurkan data dengan kecepatan bit rate yang tinggi

7. Sumber Optik

Yang dimaksud dengan sumber optik pada sistem transmisi serat optik berfungsi sebagai pengubah besaran sinyal listrik / elektris menjadi sinyal cahaya / optik (E / O Converter). Pemilihan dari sumber cahaya yang akan digunakan bergantung pada bit rate yang akan ditransmisikan dan pertimbangan ekonomi (harga dari sumber cahaya).

Karakteristik dari sumber optik :

- Emisi cahaya terjadi pada daerah 1850 nm – 1.550 nm.
- Kopling daya radiasi keserat optik maksimal.
- Dapat dimodulasi langsung pada frekuensi tinggi.
- Mempunyai lebar spektrum yang sempit.
- Ukuran atau dimensi kecil.
- Mempunyai umur kerja dengan jangka waktu relatife lama.

Sumber Optik yang Diinginkan :

- Cahaya bersifat monochromatis (berfrekuensi tunggal).
- Mempunyai output cahaya dengan intensitas tinggi.
- Dapat dimodulasi dengan mudah (response timenya pendek).
- Dapat menghasilkan power yang stabil, tidak tergantung terhadap temperatur dan kondisi lingkungan lainnya.

Terdapat dua jenis sumber optik yaitu :

1. LED (Light Emitting Dioda)

- Merupakan dioda semikonduktor yang memancarkan cahaya karena mekanisme emisi spontan.

- Terdapat dua jenis LED yaitu Surface Emitting Diode dan Edge Emitting Diode. Edge Emitting Diode memiliki efisiensi coupling ke serat yang lebih tinggi.
- Mengubah besaran arus menjadi besaran intensitas cahaya dan karakteristik arus-daya pancar optik memiliki fungsi linier.
- Cahaya yang dipancarkan LED bersifat tidak koheren yang menyebabkan dispersi chromatic sehingga LED hanya cocok untuk transmisi data dengan bit rate rendah sampai sedang.
- Daya keluaran optik LED adalah -33 s/d -10 dBm.
- Memiliki lebar spektral $30 - 50$ nm pada panjang gelombang 850 nm dan $50 - 150$ nm pada panjang gelombang 1.300 nm.
- Bahan semikonduktor : GaAlAs, GaAlAsP, GaInAsP, Si, Ge.
- Digunakan untuk sistem jarak pendek – menengah dengan bit rate rendah sampai sedang, seperti LAN dan data Link Komputer.
- Permukaan aktif lebih besar dan sudut beam lebar, sehingga memerlukan serat multimode dengan core lebih lebar.
- Proses pembuatannya relatif mudah.
- Pada suhu ruang memiliki umur operasi lebih lama.
- Kurang sensitif terhadap temperatur.
- Harga relatif .

Proses Modulasi pada LED

- Modulasi yang diterapkan LED adalah modulasi intensitas.
- Pulsa-pulsa listrik (diwakili dengan kondisi ada arus/tidak ada arus secara langsung.
- diubah menjadi pulsa-pulsa optik/cahaya (diwakili dengan ada / tidak adanya pancaran cahaya).

2. Dioda LASER (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation)

- Merupakan diode semikonduktor yang memancarkan cahaya karena mekanisme emisi terstimulasi.
- Cahaya yang dipancarkan oleh diode Laser bersifat koheren.

- Memiliki lebar spektral yang lebih sempit ($< 4 \text{ nm}$) Jika dibandingkan dengan LED sehingga dispersi chromatic dapat ditekan.
- Diterapkan untuk transmisi data dengan bit rate tinggi.
- Daya keluaran optik dari diode Laser adalah $-12 \text{ s/d} + 3 \text{ dBm}$.
- Karakteristik arus kemudi – daya optik diode Laser tidak linier.
- Response time $< 1 \text{ nano detik}$.
- Kinerja (output daya optik, panjang gelombang, umur) dari diode Laser sangat dipengaruhi oleh temperatur tinggi.
- Bahan semikonduktor : GaAlAs, GaAlAsP, GaInAsP, Si, Ge.
- Digunakan untuk sistem jarak jauh dengan bit rate tinggi.
- Permukaan aktif lebih kecil dan sudut beam sangat sempit, sehingga sesuai untuk serat step index single mode dengan rugi-rugi sangat rendah.
- Proses pembuatannya lebih sulit dan memerlukan sirip pendingin.
- Pada suhu ruang, memiliki umur operasi lebih pendek.
- Sangat sensitif terhadap temperatur.
- Harga relatif mahal.

Proses Modulasi Pada Laser

- Pada umumnya modulasi yang diterapkan LD adalah modulasi intensitas.
- Karena LD memiliki karakteristik $I - P_o$ yang tidak linier maka perlu ditambahkan arus pra tegangan searah (dc) agar LD bekerja pada daerah linier (daerah operasi LD).

8. Keuntungan Sistem Serat Optik

Mengapa sistem serat optik dikatakan merevolusi dunia telekomunikasi ? Ini karena dibandingkan dengan sistem konvensional menggunakan kabel logam (tembaga) biasa, serat optik memiliki :

- *Less expensive* – Beberapa mil kabel optik dapat dibuat lebih murah dari kabel tembaga dengan panjang yang sama.
- *Thinner* – Serat optik dapat dibuat dengan diameter lebih kecil (ukuran diameter kulit dari serat sekitar $100 \mu\text{m}$ dan total diameter ditambah dengan jaket

pelindung sekitar 1 – 2 mm) daripada kabel tembaga, dan juga karena serat optik membawa light (cahaya) maka tentunya memiliki light weight (berat yang ringan). Maka kabel serat optik mengambil tempat yang lebih kecil di dalam tanah.

- *Higher carrying capacity* – Karena serat optik lebih tipis dari kabel tembaga maka kebanyakan serat optik dapat dibundel ke dalam sebuah kabel dengan diameter tertentu maka beberapa jalur telepon dapat berada pada kabel yang sama atau lebih banyak saluran televisi pada TV cable dapat melalui kabel. Serat optik juga memiliki bandwidth yang besar (1 dan 100 GHz, untuk multimode dan single-mode sepanjang 1 Km).
- *Less signal degradation* – Sinyal yang loss pada serat optik lebih kecil (kurang dari 1 dB/km pada rentang panjang gelombang yang lebar) dibandingkan dengan kabel tembaga.
- *Light signals* – Tidak seperti sinyal listrik pada kabel tembaga, sinyal cahaya dari satu serat optik tidak berinterferensi dengan sinyal cahaya pada serat optik yang lainnya di dalam kabel yang sama, juga tidak ada interferensi elektromagnetik. Ini berarti meningkatkan kualitas percakapan telepon atau penerimaan TV. Juga tidak ada
- *Low Power* – Karena sinyal pada serat optik mengalami loss yang rendah, transmitter dengan daya yang rendah dapat digunakan dibandingkan dengan sistem kabel tembaga yang membutuhkan tegangan listrik yang tinggi, hal ini jelas dapat mengurangi biaya yang dibutuhkan.
- *Digital signals* – Serat optik secara ideal cocok untuk membawa informasi digital dimana berguna secara khusus pada jaringan komputer.
- *Non-flammable* – Karena tidak ada arus listrik yang melalui serat optik, maka tidak ada resiko bahaya api.
- *Flexible* – Karena serat optik sangat fleksibel dan dapat mengirim dan menerima cahaya, maka digunakan pada kebanyakan kamera digital fleksibel untuk tujuan :
 - Medical Imaging – pada bronchoscopes, endoscopes, laparoscope, colonofiberscope (dapat dimasukkan ke dalam tubuh manusia (misal usus) sehingga citranya dapat dilihat langsung dari luar tubuh).
 - Mechanical imaging – memeriksa pengelasan didalam pipa dan mesin

- Plumbing – memeriksa sewer lines.

KESIMPULAN

1. Teknologi serat optik menawarkan kecepatan data yang lebih besar sepanjang jarak yang lebih jauh dengan harga yang lebih rendah daripada sistem konvensional menggunakan kawat logam (tembaga).
2. Struktur dasar dari sebuah serat optik yang terdiri dari 3 bagian : core (inti), cladding (kulit), dan coating (mantel) atau buffer (pelindung).
3. Untuk menjelaskan bagaimana cahaya merambat sepanjang serat optik digunakan dua pendekatan/teori, yaitu pendekatan cahaya sebagai sinar (optik geometrik) dan cahaya sebagai gelombang elektro-magnetik (optik fisis) / teori mode.
4. Pendekatan cahaya sebagai sinar memberikan gambaran yang jelas bagaimana cahaya merambat sepanjang serat optik, namun kurang dalam memberikan penjelasan mengenai sifat lain lain dari cahaya seperti interferensi, dan sifat serat optik seperti absorpsi, atenuasi dan dispersi, oleh karena itu diperlukan pendekatan cahaya sebagai gelombang/ teori mode. Berdasarkan jumlah mode yang merambat maka serat optik terbagi menjadi dua tipe : single-mode dan multi-mode.
5. Sistem serat optik memberikan dibandingkan dengan sistem konvensional menggunakan kabel logam (tembaga) memiliki keuntungan dalam hal *less expensive, thinner, higher carrying capacity, large-bandwidth, less signal degradation, light signals, low power, non-flammable, flexible*.

DAFTAR PUSTAKA

Yayasan Sandhykara Putra Telkom. 2006. Modul : Dasar-Dasar Fiber Optik. Purwokerto.

www.wikipedia.org → serat optik.

Fatoni, Ishakul. undate publication. Modul : Proses Kerja Teknologi Informasi dan Komunikasi. Sekolah Tinggi Teknologi Nurul Jadid.

Dosen STT Telkom. undate publication. Konstruksi Kabel Optik. url : <http://www.stt Telkom.ac.id/staf/SIO/PENGAJARAN/siskomoptik/D=KOSTRUKSI%20KABEL%20OPTIK.pdf>

Journal url : http://comes.umsida.ac.id/file.php/1/moddata/forum/1/3562/Pengenalan_Sistem_Komunikasi_Serat_Optik.pdf